



SOUTENANCE DE THÈSE DE Corentin COULAIS



Milieux granulaires vibrés proches du Jamming: Des liquides figés aux solides mous

préparée au sein du Service de Physique de l'État Condensé, au CEA Saclay, et présentée le 5 octobre 2012 à 14h, devant le jury composé de :

M. Robert. P. Behringer Invité M. Ludovic Berthier Invité

M. Olivier DAUCHOT Directeur de thèse

M. Jean-Christophe GÉMINARD Rapporteur

M. Martin VAN HECKE Examinateur
M. Gilles Tarjus Examinateur
M. Hajime Yoshino Rapporteur

La soutenance aura lieu à l'amphithéâtre Langevin (Salle A4) de l'École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris (ESPCI, 10 rue Vauquelin, Paris 5^{ème}).

Le pot qui suivra aura lieu dans la salle 4 (3^{ème} étage) du Bâtiment F de l'ESPCI.

Résumé

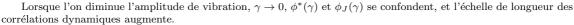
Un ensemble dense de particules avec interactions répulsives se bloquent dans un état rigide: sous cisaillement, ces systèmes ont une contrainte seuil avant de céder. Pour des particules sans friction et à température nulle, l'empilement est isostatique à la transition de Jamming. Les propriétés mécaniques et géométriques présentent de nombreuses lois d'échelles critiques avec la distance au Jamming. La généralisation de ce concept en présence de température et son lien avec la transition vitreuse laissent encore de nombreuses questions ouvertes.

Nous abordons ce problème en étudiant expérimentalement la dynamique des particules et du réseau de force d'un empilement désordonné de disques bi-disperses photo-élastiques vibrés horizontalement, dont nous varions la fraction surfacique pour plusieurs amplitudes de vibrations γ .

Au delà d'un lent mouvement convectif d'ensemble, les grains présentent une dynamique complexe —intermittente et hétérogène— à une échelle bien plus petite que la taille typique d'un grain. Ces hétérogénéités dynamiques sont d'amplitude maximale à une densité $\phi^*(\gamma)$.

Le réseau de contacts est marqué par deux signatures distinctes—statique et dynamique— analogues à la phénoménologie de la transition vitreuse. La signature dynamique a lieu à $\phi^*(\gamma)$, si bien que dynamiques des déplacements et des contacts sont liées. En revanche, on identifie

namique a lieu à $\phi^*(\gamma)$, si bien que dynamiques des deplacements et des contacts sont liees. En revanche, on identifie la signature statique de la transition de Jamming à une densité plus élevée $\phi_J(\gamma)$.





At large packing fraction, disordered packings of particles with repulsive contact interactions jam into a rigid state where they withstand finite shear stresses before yielding. For frictionless particles at zero temperature, the Jamming transition coincides with the onset of iso-staticity. Various geometrical and mechanical properties exhibit critical behavior with the distance to Jamming. What vestiges of Jamming remain at finite temperature and how Jamming impacts the thermodynamics of glasses remain open issues.

We address these questions experimentally by investigating the dynamics of both the density field and the force network of an horizontally shaken bi-disperse packing of photo-elastic disks while varying the packing fraction, ϕ , at several vibration amplitudes γ . Although disks displacements reveal a slow global convective dynamics, strongly collective and intermittent motions take place on length scale much smaller than the grain diameter. These so-called dynamical heterogeneities are maximum at an intermediate packing fraction $\phi^*(\gamma)$.

The statics and dynamics of the contact network display, respectively, two distinct sharp signatures, which are reminiscent of the glass transition phenomenology, albeit occurring at the contact scale. A dynamical signature occurs at $\phi^*(\gamma)$, and we relate it to the dynamical heterogeneities of the displacements. The static signature occurs at a larger packing fraction $\phi_J(\gamma)$.

We show further that $\phi^*(\gamma)$ and $\phi_J(\gamma)$ merge in the $\gamma \to 0$ limit and that the dynamical signature strongly increases as the vibration amplitude is reduced.

